



# AUSLEGESCHRIFT

## 1212743

Int. Cl.:

G 01 j

Deutsche Kl.: 42 h - 17/02

Nummer: 1 212 743

Aktenzeichen: H 49224 IX a/42 h

Anmeldetag: 20. Mai 1963

Auslegetag: 17. März 1966

## 1

Die Erfindung bezieht sich auf Photometer, bei denen aus dem Lichtbündel eines Strahlers erzeugte Teillichtbündel über eigene Lichtwege (Meß- und Vergleichsweg) demselben Empfänger zugeführt werden. Der eine dieser Lichtwege wird dadurch zum Meßweg gemacht, daß in ihm Mittel eingeschaltet sind, welche nur für die für das Meßmedium charakteristische Lichtstrahlung passierbar sind, während der andere dadurch zum Vergleichsweg wird, daß in ihm Mittel eingeschaltet sind, welche diesen Lichtweg nur für Lichtstrahlung eines vorher ausgewählten, als Vergleichs- und Bezugsgröße dienenden Wellenlängenbereichs durchlässig machen.

Es ist eine Photometeranordnung bekannt, bei welcher ein von einer Lichtquelle erzeugtes Lichtbündel auf einen unter  $45^\circ$  gegen seine Achse geneigten halbdurchlässigen Spiegel geworfen und von diesem in zwei Lichtbündel aufgeteilt wird, nämlich einen durch den halbdurchlässigen Spiegel hindurchgehenden Anteil und einen von ihm reflektierten Anteil. Beide Anteile werden an je einem wiederum unter  $45^\circ$  gegen die Achse des von der Lichtquelle erzeugten Lichtbündels geneigten Planspiegel reflektiert und auf einen weiteren halbdurchlässigen Spiegel geworfen. Beide auf diesen halbdurchlässigen Spiegel fallenden Teillichtbündel werden in je zwei Anteile zerlegt, von denen jeweils der eine durch den halbdurchlässigen Spiegel hindurchgeht, während der andere an ihm reflektiert wird. Durch die Anordnung der halbdurchlässigen Spiegel mit einer Neigung von  $45^\circ$  gegen die Achse des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels ist es dabei möglich, je einen Anteil an von einem Teillichtbündel stammendem reflektiertem Licht und von aus dem anderen Teillichtbündel stammendem durchgehendem Licht gleichzeitig durch einen gemeinsamen Lichtweg zu schicken, an dessen Ende ein Empfänger angeordnet ist. Bei Photometern wird meistens gefordert, daß die Lichtintensität oder deren spektrale Verteilung der den Meß- und Vergleichsweg durchlaufenden Teillichtbündel gleich groß ist. Diese Forderung kann bei der bekannten, mit halbdurchlässigen Spiegeln arbeitenden Anordnung nur in eng begrenzten Wellenlängenbereichen erfüllt werden, da die Abhängigkeit der Lichtintensitäten des reflektierten und des transparenten Lichtes von der Wellenlänge für die als Lichtteiler benutzten halbdurchlässigen Spiegel über dem gesamten nutzbaren Wellenlängenbereich großen Schwankungen unterworfen ist. Es ist meist nur für zwei in der Größenordnung von etwa 450 bis 500 und 600 bis 650 umliegenden Wellenlängen möglich, eine genau gleichmäßige Aufteilung des von

## Photometer mit Strahlenaufteilung

## Anmelder:

Hartmann & Braun Aktiengesellschaft,  
Frankfurt/M. W 13, Gräfr. 97

## Als Erfinder benannt:

Dipl.-Phys. Dr. Werner Schaefer,  
Kelkheim (Taunus)

## 2

der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels in zwei jeweils 50 % der Lichtintensität führende Teillichtbündel vorzunehmen. Für Messungen in anderen Wellenlängenbereichen müssen zur Angleichung des intensitätsstärkeren, meist durch Transparenz erzeugten Teillichtbündels an das durch Reflexion erzeugte Teillichtbündel relativ aufwendige Schwächungsmittel vorgesehen werden, wie beispielsweise Graukeile oder Blenden. Durch diese wird ein Energieverlust des durch Transparenz erzeugten Teillichtbündels von bis zu 250 % des durch Reflexion erzeugten Teillichtbündels hervorgerufen. Auch bei erfolgtem Abgleich der Lichtintensitäten der Teillichtbündel werden nach Durchgang durch den zweiten halbdurchlässigen Spiegel im Ausgangslichtbündel die Anteile der zwei verschiedenen Lichtwege wieder unterschiedlich. Darüber hinaus ist es aus prinzipiellen Erwägungen auch im Fall einer Messung im optimalen Wellenlängenbereich, d. h. bei gleichmäßig 50%iger Aufteilung der Lichtintensität des Eingangslichtbündels auf Meß- und Vergleichsweg, selbst bei Voraussetzung von an sich nicht vorhandener verlustloser Reflexion nicht möglich, mehr als 50 % der Eingangsenergie im Lichtweg des Ausgangslichtbündels, d. h. im Empfänger, zu erhalten. Durch den zweiten halbdurchlässigen Spiegel der bekannten Anordnung werden nämlich sowohl das Teillichtbündel des Meßweges als auch des Vergleichsweges in je einen durch den Spiegel hindurchgehenden und einen an ihm reflektierten Teil zerlegt, von denen jeweils der reflektierte Teil des einen mit dem durchgehenden Teil des anderen Teillichtbündels zu einem vereinigten Lichtbündel zusammengefaßt ist und nur eines dieser vereinigten Lichtbündel dem Empfänger zugeleitet wird.

Bei einer anderen Photometeranordnung werden zwei Lichtwege mit Hilfe zweier Lichtleiter gebildet.

Die Lichtleiter führen von der Lichtquelle in unterschiedliche Richtungen ausgestrahlte Lichtbündel. Da eine natürliche Lichtquelle stets ein flächenhafter Strahler ist, der eine mehr oder weniger ungleichmäßige Temperaturverteilung aufweist, folgt daraus, daß die ausgestrahlte Intensität auch in spektraler Hinsicht von der Ausstrahlrichtung abhängt. Die Lichtleiter führen demnach Strahlenbündel unterschiedlicher spektraler Verteilung und Intensität. Dies wirkt sich für genaue photometrische Messungen nachteilig aus. Daran ändert sich auch nichts, wenn jeder Lichtleiter aus einzelnen Lichtleitfasern aufgebaut ist.

Für die weiteren bekannten Photometeranordnungen, die Reflexionsflächen zur Bildung zweier Lichtwege aufweisen, gilt die gleiche Feststellung. Die beiden Lichtbündel sind in strahlungsphysikalischer Hinsicht nicht gleichwertig. Jedoch ist eine Photometeranordnung mit einem Strahlenteiler bekanntgeworden, der aus einer Vielzahl von verteilten, nebeneinander angeordneten Prismen besteht und dadurch die Lichtstrahlen in zwei verschiedene Richtungen orientiert. Mit dieser Anordnung lassen sich bei ausreichender Anzahl und feiner Verteilung der Prismen zwei in physikalischer Hinsicht gleichwertige Lichtbündel erzeugen. Diese Vorrichtung kann in einem Photometer auch zur Wiedervereinigung der beiden Teillichtbündel zu einem Ausgangslichtbündel benutzt werden.

Die Erfindung bedient sich, um die zuletzt genannten Eigenschaften bei einer Strahlenteiler- bzw. Strahlenvereinigungsvorrichtung einer Photometeranordnung zu erreichen, einer aus einzelnen Lichtleitfasern bestehenden Lichtleitoptik. Ein Photometer, bei dem aus dem Lichtbündel eines Strahlers erzeugte Teillichtbündel über eigene Lichtwege (Meß- und Vergleichswege) demselben Empfänger zugeführt werden, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß jeder Lichtweg durch ein Bündel von lichtleitenden Fasern geringen Durchmessers und im wesentlichen gleicher Faseranzahl gebildet ist und je ein Ende jedes Faserbündels so im Querschnitt des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels angeordnet ist, daß die Faserenden gleichmäßig über dieselbe Querschnittsfläche verteilt sind. Entsprechend können die einzelnen Faserbündel vor dem Empfänger wieder zu einem Bündel vereinigt werden, das ein in physikalischer Hinsicht dem Eingangsbündel gleichwertiges Ausgangslichtbündel führt.

Durch die Erfindung wird es in besonders einfacher Weise ermöglicht, das Eingangsbündel so aufzuteilen, daß ohne wesentliche Verluste an Lichtintensität Teillichtbündel gleicher Lichtintensität und gleicher Verteilung der von dem gesamten Querschnitt des Eingangsbündels abgeleiteten Lichtintensität über deren Querschnitt gewonnen werden, welche sich mit den gleichen einfachen Mitteln zu einem Ausgangslichtbündel nahezu gleicher Lichtintensität, wie der des Eingangsbündels und gleicher Intensitätsverteilung über dem gesamten Querschnitt wieder vereinigen lassen. Besondere Vorteile ergeben sich bei der Anwendung der Erfindung für Analysen, bei denen zur Identifizierung einer oder mehrerer in einem Gemisch enthaltener Komponenten die Lichtschwächung bei Durchgang durch dieses Gemisch benutzt wird. Mit der erfindungsgemäßen Photometeranordnung lassen sich sowohl Analysen nach

dem Verfahren der positiven oder negativen Filterung als auch nach dem Verfahren der monochromatischen oder heterochromatischen Differenzmessung zur Bestimmung der absoluten Konzentration des zu messenden Mediums oder dessen Konzentrationsunterschiedes gegenüber einem Vergleichsmedium mit oder ohne Selektivmodulation vornehmen.

Die Photometeranordnung der Erfindung ist einfacher aufgebaut als die bisher bekannte in physikalischer Hinsicht gleichwertige Anordnung, die als Strahlenteiler- bzw. Strahlenvereinigungsvorrichtung eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Prismen benutzt. Die Verwendung einer Faseroptik ermöglicht es, mit Lichtleitfasern sehr geringen Durchmessers eine praktisch punktförmige »Abtastung« der Flächenhelligkeit im Querschnitt des Eingangsbündels vorzunehmen, so daß, wie beabsichtigt, praktisch vollkommene Gleichheit der Teillichtbündel in physikalischer Hinsicht erreicht wird. Es kommt hinzu, daß durch die Flexibilität der Faseroptik eine relativ große Freizügigkeit in der Ausrichtung der Lichtwege gegeben ist, die bei der bekannten Vorrichtung einen relativ großen Aufwand erfordert. Ferner entfallen die bei der Herstellung dieser bekannten Strahlenteiler mit großer Präzision auszuführenden Schleifarbeiten.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand zweier Ausführungsbeispiele erläutert. Dabei sind die in den Abbildungen dargestellten Anwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Anordnung ebenfalls nur als Beispiele zu verstehen; es ist jederzeit möglich, mit der gleichen, in einer beliebigen Abbildung gezeigten erfindungsgemäßen Anordnung ein beispielsweise in einer anderen Abbildung dargestelltes Meßverfahren zu verwirklichen.

Es zeigt in skizzenhafter Darstellung

Abb. 1 eine Photometeranordnung zur Durchführung eines Analysenverfahrens der Selektivmodulation mit negativer Filterung und sogenanntem »schwarzem« Empfänger,

Abb. 2 eine Photometeranordnung zur Durchführung des Verfahrens der Selektivmodulation mit positiver Filterung und sogenanntem »schwarzem« Empfänger.

In Abb. 1 ist links die Strahlungsquelle 1 dargestellt, deren Licht durch einen skizzenhaft dargestellten Kollimator 2 zu einem als Eingangsbündel bezeichneten Lichtbündel 3 mit parallelen Lichtstrahlen zusammengefaßt wird. Dieses trifft auf eine Anordnung 4 von lichtleitenden Fasern 5 und 5', die, an einem Ende über den gesamten Querschnitt des vereinigten Lichtbündels 3 gleichmäßig verteilt, dieses aufnehmen und am anderen Ende zur Bildung verschiedener Lichtwege 6 und 6' in verschiedenen Richtungen derart geführt wird, daß mehrere einem Lichtweg 6 bzw. 6' zugeordnete Fasern 5 bzw. 5' wiederum gleichmäßig über den Querschnitt des vereinigten Lichtbündels, beispielsweise des Eingangsbündels 3, verteilt sind.

Dadurch wird das auftreffende Lichtbündel 3 gleichmäßig in verschiedene Lichtbündel 7, 7' aufgeteilt. Vorteilhafterweise kann dies dadurch erreicht werden, daß ein Bündel lichtleitender Fasern über dem gesamten Querschnitt des vereinigten Lichtbündels 3 so angeordnet ist, daß die Achsen der einzelnen Fasern 5 bzw. 5' an deren der Strahlungsquelle 1 zugekehrtem Ende mit der Achse des vereinigten Lichtbündels 3 (optischen Achse) parallel



# AUSLEGESCHRIFT

## 1212743

Deutsche Kl.: 42 h - 17/02

Nummer: 1 212 743

Aktenzeichen: H 49224 IX a/42 h

Anmeldetag: 20. Mai 1963

Auslegetag: 17. März 1966

## 1

Die Erfindung bezieht sich auf Photometer, bei denen aus dem Lichtbündel eines Strahlers erzeugte Teillichtbündel über eigene Lichtwege (Meß- und Vergleichsweg) demselben Empfänger zugeführt werden. Der eine dieser Lichtwege wird dadurch zum Meßweg gemacht, daß in ihm Mittel eingeschaltet sind, welche nur für die für das Meßmedium charakteristische Lichtstrahlung passierbar sind, während der andere dadurch zum Vergleichsweg wird, daß in ihm Mittel eingeschaltet sind, welche diesen Lichtweg nur für Lichtstrahlung eines vorher ausgewählten, als Vergleichs- und Bezugsgröße dienenden Wellenlängenbereichs durchlässig machen.

Es ist eine Photometeranordnung bekannt, bei welcher ein von einer Lichtquelle erzeugtes Lichtbündel auf einen unter  $45^\circ$  gegen seine Achse geneigten halbdurchlässigen Spiegel geworfen und von diesem in zwei Lichtbündel aufgeteilt wird, nämlich einen durch den halbdurchlässigen Spiegel hindurchgehenden Anteil und einen von ihm reflektierten Anteil. Beide Anteile werden an je einem wiederum unter  $45^\circ$  gegen die Achse des von der Lichtquelle erzeugten Lichtbündels geneigten Planspiegel reflektiert und auf einen weiteren halbdurchlässigen Spiegel geworfen. Beide auf diesen halbdurchlässigen Spiegel fallenden Teillichtbündel werden in je zwei Anteile zerlegt, von denen jeweils der eine durch den halbdurchlässigen Spiegel hindurchgeht, während der andere an ihm reflektiert wird. Durch die Anordnung der halbdurchlässigen Spiegel mit einer Neigung von  $45^\circ$  gegen die Achse des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels ist es dabei möglich, je einen Anteil an von einem Teillichtbündel stammendem reflektiertem Licht und von aus dem anderen Teillichtbündel stammendem durchgehendem Licht gleichzeitig durch einen gemeinsamen Lichtweg zu schicken, an dessen Ende ein Empfänger angeordnet ist. Bei Photometern wird meistens gefordert, daß die Lichtintensität oder deren spektrale Verteilung der den Meß- und Vergleichsweg durchlaufenden Teillichtbündel gleich groß ist. Diese Forderung kann bei der bekannten, mit halbdurchlässigen Spiegeln arbeitenden Anordnung nur in eng begrenzten Wellenlängenbereichen erfüllt werden, da die Abhängigkeit der Lichtintensitäten des reflektierten und des transparenten Lichtes von der Wellenlänge für die als Lichtteiler benutzten halbdurchlässigen Spiegel über dem gesamten nutzbaren Wellenlängenbereich großen Schwankungen unterworfen ist. Es ist meist nur für zwei in der Größenordnung von etwa 450 bis 500 und 600 bis 650 umliegenden Wellenlängen möglich, eine genau gleichmäßige Aufteilung des von

## Photometer mit Strahlenaufteilung

Anmelder:

Hartmann & Braun Aktiengesellschaft,  
Frankfurt/M. W 13, Gräfr. 97

Als Erfinder benannt:

Dipl.-Phys. Dr. Werner Schaefer,  
Kelkheim (Taunus)

## 2

der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels in zwei jeweils 50 % der Lichtintensität führende Teillichtbündel vorzunehmen. Für Messungen in anderen Wellenlängenbereichen müssen zur Angleichung des intensitätsstärkeren, meist durch Transparenz erzeugten Teillichtbündels an das durch Reflexion erzeugte Teillichtbündel relativ aufwendige Schwächungsmittel vorgesehen werden, wie beispielsweise Graukeile oder Blenden. Durch diese wird ein Energieverlust des durch Transparenz erzeugten Teillichtbündels von bis zu 250 % des durch Reflexion erzeugten Teillichtbündels hervorgerufen. Auch bei erfolgtem Abgleich der Lichtintensitäten der Teillichtbündel werden nach Durchgang durch den zweiten halbdurchlässigen Spiegel im Ausgangslichtbündel die Anteile der zwei verschiedenen Lichtwege wieder unterschiedlich. Darüber hinaus ist es aus prinzipiellen Erwägungen auch im Fall einer Messung im optimalen Wellenlängenbereich, d. h. bei gleichmäßig 50 %iger Aufteilung der Lichtintensität des Eingangslichtbündels auf Meß- und Vergleichsweg, selbst bei Voraussetzung von an sich nicht vorhandener verlustloser Reflexion nicht möglich, mehr als 50 % der Eingangsenergie im Lichtweg des Ausgangslichtbündels, d. h. im Empfänger, zu erhalten. Durch den zweiten halbdurchlässigen Spiegel der bekannten Anordnung werden nämlich sowohl das Teillichtbündel des Meßweges als auch des Vergleichsweges in je einen durch den Spiegel hindurchgehenden und einen an ihm reflektierten Teil zerlegt, von denen jeweils der reflektierte Teil des einen mit dem durchgehenden Teil des anderen Teillichtbündels zu einem vereinigten Lichtbündel zusammengefaßt ist und nur eines dieser vereinigten Lichtbündel dem Empfänger zugeleitet wird.

Bei einer anderen Photometeranordnung werden zwei Lichtwege mit Hilfe zweier Lichtleiter gebildet.

Die Lichtleiter führen von der Lichtquelle in unterschiedliche Richtungen ausgestrahlte Lichtbündel. Da eine natürliche Lichtquelle stets ein flächenhafter Strahler ist, der eine mehr oder weniger ungleichmäßige Temperaturverteilung aufweist, folgt daraus, daß die ausgestrahlte Intensität auch in spektraler Hinsicht von der Ausstrahlrichtung abhängt. Die Lichtleiter führen demnach Strahlenbündel unterschiedlicher spektraler Verteilung und Intensität. Dies wirkt sich für genaue photometrische Messungen nachteilig aus. Daran ändert sich auch nichts, wenn jeder Lichtleiter aus einzelnen Lichtleitfasern aufgebaut ist.

Für die weiteren bekannten Photometeranordnungen, die Reflexionsflächen zur Bildung zweier Lichtwege aufweisen, gilt die gleiche Feststellung. Die beiden Lichtbündel sind in strahlungsphysikalischer Hinsicht nicht gleichwertig. Jedoch ist eine Photometeranordnung mit einem Strahlenteiler bekanntgeworden, der aus einer Vielzahl von verteilten, nebeneinander angeordneten Prismen besteht und dadurch die Lichtstrahlen in zwei verschiedene Richtungen orientiert. Mit dieser Anordnung lassen sich bei ausreichender Anzahl und feiner Verteilung der Prismen zwei in physikalischer Hinsicht gleichwertige Lichtbündel erzeugen. Diese Vorrichtung kann in einem Photometer auch zur Wiedervereinigung der beiden Teillichtbündel zu einem Ausgangslichtbündel benutzt werden.

Die Erfindung bedient sich, um die zuletzt genannten Eigenschaften bei einer Strahlenteiler- bzw. Strahlenvereinigungsvorrichtung einer Photometeranordnung zu erreichen, einer aus einzelnen Lichtleitfasern bestehenden Lichtleitoptik. Ein Photometer, bei dem aus dem Lichtbündel eines Strahlers erzeugte Teillichtbündel über eigene Lichtwege (Meß- und Vergleichswege) demselben Empfänger zugeführt werden, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß jeder Lichtweg durch ein Bündel von lichtleitenden Fasern geringen Durchmessers und im wesentlichen gleicher Faseranzahl gebildet ist und je ein Ende jedes Faserbündels so im Querschnitt des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels angeordnet ist, daß die Faserenden gleichmäßig über dieselbe Querschnittsfläche verteilt sind. Entsprechend können die einzelnen Faserbündel vor dem Empfänger wieder zu einem Bündel vereinigt werden, das ein in physikalischer Hinsicht dem Eingangsbündel gleichwertiges Ausgangsbündel führt.

Durch die Erfindung wird es in besonders einfacher Weise ermöglicht, das Eingangsbündel so aufzuteilen, daß ohne wesentliche Verluste an Lichtintensität Teillichtbündel gleicher Lichtintensität und gleicher Verteilung der von dem gesamten Querschnitt des Eingangsbündels abgeleiteten Lichtintensität über deren Querschnitt gewonnen werden, welche sich mit den gleichen einfachen Mitteln zu einem Ausgangsbündel nahezu gleicher Lichtintensität, wie der des Eingangsbündels und gleicher Intensitätsverteilung über dem gesamten Querschnitt wieder vereinigen lassen. Besondere Vorteile ergeben sich bei der Anwendung der Erfindung für Analysen, bei denen zur Identifizierung einer oder mehrerer in einem Gemisch enthaltener Komponenten die Lichtschwächung bei Durchgang durch dieses Gemisch benutzt wird. Mit der erfindungsgemäßen Photometeranordnung lassen sich sowohl Analysen nach

dem Verfahren der positiven oder negativen Filterung als auch nach dem Verfahren der monochromatischen oder heterochromatischen Differenzmessung zur Bestimmung der absoluten Konzentration des zu messenden Mediums oder dessen Konzentrationsunterschiedes gegenüber einem Vergleichsmedium mit oder ohne Selektivmodulation vornehmen.

Die Photometeranordnung der Erfindung ist einfacher aufgebaut als die bisher bekannte in physikalischer Hinsicht gleichwertige Anordnung, die als Strahlenteiler- bzw. Strahlenvereinigungsvorrichtung eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Prismen benutzt. Die Verwendung einer Faseroptik ermöglicht es, mit Lichtleitfasern sehr geringen Durchmessers eine praktisch punktförmige »Abtastung« der Flächenhelligkeit im Querschnitt des Eingangsbündels vorzunehmen, so daß, wie beabsichtigt, praktisch vollkommene Gleichheit der Teillichtbündel in physikalischer Hinsicht erreicht wird. Es kommt hinzu, daß durch die Flexibilität der Faseroptik eine relativ große Freizügigkeit in der Ausrichtung der Lichtwege gegeben ist, die bei der bekannten Vorrichtung einen relativ großen Aufwand erfordert. Ferner entfallen die bei der Herstellung dieser bekannten Strahlenteiler mit großer Präzision auszuführenden Schleifarbeiten.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand zweier Ausführungsbeispiele erläutert. Dabei sind die in den Abbildungen dargestellten Anwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Anordnung ebenfalls nur als Beispiele zu verstehen; es ist jederzeit möglich, mit der gleichen, in einer beliebigen Abbildung gezeigten erfindungsgemäßen Anordnung ein beispielsweise in einer anderen Abbildung dargestelltes Meßverfahren zu verwirklichen.

Es zeigt in skizzenhafter Darstellung

Abb. 1 eine Photometeranordnung zur Durchführung eines Analysenverfahrens der Selektivmodulation mit negativer Filterung und sogenanntem »schwarzem« Empfänger,

Abb. 2 eine Photometeranordnung zur Durchführung des Verfahrens der Selektivmodulation mit positiver Filterung und sogenanntem »schwarzem« Empfänger.

In Abb. 1 ist links die Strahlungsquelle 1 dargestellt, deren Licht durch einen skizzenhaft dargestellten Kollimator 2 zu einem als Eingangsbündel bezeichneten Lichtbündel 3 mit parallelen Lichtstrahlen zusammengefaßt wird. Dieses trifft auf eine Anordnung 4 von lichtleitenden Fasern 5 und 5', die, an einem Ende über den gesamten Querschnitt des vereinigten Lichtbündels 3 gleichmäßig verteilt, dieses aufnehmen und am anderen Ende zur Bildung verschiedener Lichtwege 6 und 6' in verschiedenen Richtungen derart geführt wird, daß mehrere einem Lichtweg 6 bzw. 6' zugeordnete Fasern 5 bzw. 5' wiederum gleichmäßig über den Querschnitt des vereinigten Lichtbündels, beispielsweise des Eingangsbündels 3, verteilt sind.

Dadurch wird das auftreffende Lichtbündel 3 gleichmäßig in verschiedene Lichtbündel 7, 7' aufgeteilt. Vorteilhafterweise kann dies dadurch erreicht werden, daß ein Bündel lichtleitender Fasern über dem gesamten Querschnitt des vereinigten Lichtbündels 3 so angeordnet ist, daß die Achsen der einzelnen Fasern 5 bzw. 5' an deren der Strahlungsquelle 1 zugekehrtem Ende mit der Achse des vereinigten Lichtbündels 3 (optischen Achse) parallel

gerichtet sind und daß von benachbarten Fasern jeweils die eine, 5, in eine von der optischen Achse abweichende und die andere, 5', in eine andere von der optischen Achse abweichende Richtung, vorzugsweise in die bezüglich der optischen Achse zu der Richtung der Fasern 5 spiegelbildliche Richtung, geführt sind. Dadurch wird eine bezüglich des Querschnitts des vereinigten Lichtbündels 3 möglichst gleichmäßige, an Lichtintensität verlustlose Aufteilung des vereinigten Lichtbündels 3 in zwei gleiche je ein eigenes Lichtbündel 7 bzw. 7' führende Lichtwege 6 bzw. 6' gewährleistet. Als lichtleitende Fasern lassen sich mit Vorteil beispielsweise mit einer geringen Schichtdecke eines nicht absorbierenden Mediums mit gegenüber Glas kleinerem Brechungsindex versehene Glasfasern geringen Durchmessers verwenden. In Abb. 1 werden die beiden Teillichtbündel 7 und 7' auf je einen Hohlspiegel 8 bzw. 8' geworfen, durch den sie auf den Empfänger 9, welcher als sogenannter »schwarzer« Empfänger auf Licht jeder Wellenlänge anspricht, zentriert und in diesem wieder vereinigt werden. In der Abbildung ist darüber hinaus dargestellt, wie diese erfindungsgemäße Photometeranordnung für Analysen eingesetzt werden kann. In dem einen Lichtweg 6 für das Teillichtbündel 7 ist eine Anordnung zur Lichtfilterung vorgesehen, welche den von dem zu messenden Medium absorbierten Wellenlängenbereich möglichst völlig absorbiert, vorzugsweise, wie in Abb. 1 dargestellt, eine mit dem zu messenden Medium in so genügend hoher Konzentration gefüllte Absorptionsküvette 10, daß der Lichtweg 6 für die für das zu messende Medium charakteristischen Wellenlängen gesperrt bleibt. In dem anderen Lichtweg 6' für das Teillichtbündel 7' kann, wie in Abb. 1 gezeigt, eine weitere Anordnung zur Lichtfilterung, beispielsweise eine mit einem bestimmten Wellenlängenbereiche absorbierenden Medium gefüllte Absorptionsküvette 11, vorgesehen sein, mit deren Hilfe konstante Bezugsverhältnisse in dem als Vergleichsweg dienenden Lichtweg 6' hergestellt werden können. Zur optischen Symmetrierung ist in dem Vergleichsweg 6' eine je nach Bedarf einstellbare Vorrichtung zur Schwächung der in diesem Lichtweg herrschenden Lichtintensität vorgesehen, beispielsweise eine Blende 12, welche von einem nicht dargestellten Antrieb über ein Zahnrad 13 verstellbar wird. In den Lichtweg des vereinigten Lichtbündels, in Abb. 1 beispielsweise des Eingangsbündels 3, ist das zu messende Medium eingebracht, im gezeigten Fall eine dieses zu messende Medium enthaltende Absorptionsküvette 14. Die beiden Lichtwege 6 bzw. 6' werden von einem durch einen Motor 15 mit konstanter Drehzahl angetriebenen, eine ungerade Anzahl gleichmäßig auf einem Kreis mit dem Achsabstand der beiden Teillichtbündel 6 bzw. 6' als Durchmesser angeordneter lichtdurchlässiger Lochfenster enthaltenden Blendenrand überdeckt, so daß jeweils der eine der Lichtwege 6 bzw. 6' freigegeben wird, während gleichzeitig der andere (6' bzw. 6) unterbrochen wird. Nach Abgleich der Lichtintensitäten des Meßweges 6 und des Vergleichsweges 6' der nicht mit dem zu messenden Medium beschickten Photometeranordnung wird das zu messende Medium in den Lichtweg des Eingangsbündels 3 eingebracht, und die Messung erfolgt nach dem an sich bekannten Verfahren der Selektivmodulation mit negativer Filterung und schwarzem Empfänger. Für

die Durchführung dieses Meßverfahrens ist es unerheblich, ob das zu messende Medium im Lichtweg des Eingangsbündels 3, oder wie in Abb. 2 gezeigt, des Ausgangsbündels 18 liegt.

In Abb. 2 ist eine Photometeranordnung mit Wiedervereinigung der Teillichtbündel 7 bzw. 7' des Meßweges 6 und des Vergleichsweges 6' mittels einer gleichfalls aus lichtleitenden Fasern 21 und 21' bestehenden Anordnung 20 zur Wiedervereinigung und Bildung eines Ausgangsbündels 18 gezeigt. Die lichtleitenden Fasern 21 und 21' dieser Anordnung sind ähnlich den lichtleitenden Fasern 5 und 5' orientiert, vorzugsweise wird die Anordnung 6 durch eine bezüglich einer beliebigen, zur optischen Achse senkrechten Ebene spiegelbildlich zur Anordnung 4 liegenden gleichartigen Anordnung von lichtleitenden Fasern gebildet. Es ist ersichtlich, daß durch diese Anordnung die beiden Teillichtbündel 7 und 7' an Lichtintensität verlustlos derart wieder vereinigt werden, daß über den gesamten Querschnitt des Ausgangsbündels 18 eine möglichst gleichmäßige Verteilung sowohl des aus dem Meßweg 6 als auch des aus dem Vergleichsweg 6' stammenden Lichtes gewährleistet ist. Das Ausgangsbündel 18 fällt auf beispielsweise einen Kondensator 19, welcher das Licht auf den Empfänger 9 zentriert. Die in Abb. 2 gezeigte Anordnung ist in der dargestellten Weise für das Meßverfahren der Selektivmodulation mit positiver Filterung und schwarzem Empfänger eingerichtet, da in dem Meßweg 6 mindestens ein nur für die zu messende Komponente charakteristischen Wellenlängenbereich durchlässiges Lichtfilter 22, an dessen Stelle auch mit geeigneten Medien gefüllte nicht gezeichnete Absorptionsküvetten eingesetzt werden können, und in dem Vergleichsweg 6' mindestens ein für die für alle Komponenten charakteristischen Wellenlängenbereiche undurchlässiges Lichtfilter 23, an dessen Stelle gleichfalls mit geeigneten Medien gefüllte, nicht gezeichnete Absorptionsküvetten eingesetzt werden können, vorgesehen sind. Es ist ersichtlich, daß bei Einsatz der mit der Meßkomponente in hoher Konzentration gefüllten Absorptionsküvette 10 der Abb. 1 an Stelle des Lichtfilters 22 der Abb. 2 und Fortfalls des Lichtfilters 23 der Abb. 2 bzw. dessen Ersatz durch geeignete andere Filter oder die gefüllte Absorptionsküvette 11 der Abb. 1 sich mit der gleichen Photometeranordnung das Analysenverfahren der Selektivmodulation mit negativer Filterung und schwarzem Empfänger verwirklichen läßt. Eine weitere Beschreibung des an sich bekannten Verfahrens der Selektivmodulation mit positiver Filterung und schwarzem Empfänger sowie der in Abb. 2 wiedergegebenen Photometeranordnung erübrigt sich, da sie in ihren übrigen Teilen den bereits beschriebenen Teilen der Abb. 1 entspricht und fortlaufend für gleiche Teile gleiche Kennzeichnungen gewählt worden sind.

#### Patentansprüche:

1. Photometer, bei dem aus dem Lichtbündel eines Strahlers erzeugte Teillichtbündel über eigene Lichtwege (Meß- und Vergleichsweg) demselben Empfänger zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Lichtweg durch ein Bündel von lichtleitenden Fasern geringen Durchmessers und im wesentlichen glei-

cher Faseranzahl gebildet ist und je ein Ende jedes Faserbündels so im Querschnitt des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels angeordnet ist, daß die Faserenden gleichmäßig über dieselbe Querschnittsfläche verteilt sind.

2. Photometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Faserbündel vor dem Empfänger wieder zu einem Bündel vereinigt sind, in der Weise, daß die Faserenden jedes Bündels gleichmäßig im Querschnitt dieses Ausgangsbündels verteilt sind.

3. Photometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es dadurch als Analysengerät eingerichtet ist, daß wahlweise in den Lichtweg des Eingangs- oder Ausgangslichtbündels und/oder in einem oder mehreren Lichtwegen der Teillichtbündel ein oder mehrere optische Mittel zur Lichtfilterung, welche in vorher ausgewählter Weise für Licht eines oder

mehrerer Wellenlängenbereiche durchlässig sind, einsetzbar sind, beispielsweise optische Filter oder mit geeigneten Medien gefüllte Absorptionsküvetten, und daß ein sogenannter »schwarzer« oder ein »selektiver« Empfänger einsetzbar ist, so daß sowohl das Verfahren der positiven oder negativen Filterung als auch das Verfahren der monochromatischen oder heterochromatischen Differenzmessung zur Bestimmung der absoluten Konzentration des zu messenden Mediums oder dessen Konzentrationsunterschiedes gegenüber einem Vergleichsmedium durchführbar ist.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschriften Nr. 718 434, 760 656, 839 843;

USA.-Patentschriften Nr. 3 068 742, 2 821 103;  
British Communications and Electronics, Dez. 1961, S. 916 bis 922.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

gerichtet sind und daß von benachbarten Fasern jeweils die eine, 5, in eine von der optischen Achse abweichende und die andere, 5', in eine andere von der optischen Achse abweichende Richtung, vorzugsweise in die bezüglich der optischen Achse zu der Richtung der Fasern 5 spiegelbildliche Richtung, geführt sind. Dadurch wird eine bezüglich des Querschnitts des vereinigten Lichtbündels 3 möglichst gleichmäßige, an Lichtintensität verlustlose Aufteilung des vereinigten Lichtbündels 3 in zwei gleiche je ein eigenes Lichtbündel 7 bzw. 7' führende Lichtwege 6 bzw. 6' gewährleistet. Als lichtleitende Fasern lassen sich mit Vorteil beispielsweise mit einer geringen Schichtdecke eines nicht absorbierenden Mediums mit gegenüber Glas kleinerem Brechungsindex versehene Glasfasern geringen Durchmessers verwenden. In Abb. 1 werden die beiden Teillichtbündel 7 und 7' auf je einen Hohlspiegel 8 bzw. 8' geworfen, durch den sie auf den Empfänger 9, welcher als sogenannter »schwarzer« Empfänger auf Licht jeder Wellenlänge anspricht, zentriert und in diesem wieder vereinigt werden. In der Abbildung ist darüber hinaus dargestellt, wie diese erfindungsgemäße Photometeranordnung für Analysen eingesetzt werden kann. In dem einen Lichtweg 6 für das Teillichtbündel 7 ist eine Anordnung zur Lichtfilterung vorgesehen, welche den von dem zu messenden Medium absorbierten Wellenlängenbereich möglichst völlig absorbiert, vorzugsweise, wie in Abb. 1 dargestellt, eine mit dem zu messenden Medium in so genügend hoher Konzentration gefüllte Absorptionsküvette 10, daß der Lichtweg 6 für die für das zu messende Medium charakteristischen Wellenlängen gesperrt bleibt. In dem anderen Lichtweg 6' für das Teillichtbündel 7' kann, wie in Abb. 1 gezeigt, eine weitere Anordnung zur Lichtfilterung, beispielsweise eine mit einem bestimmten Wellenlängenbereiche absorbierenden Medium gefüllte Absorptionsküvette 11, vorgesehen sein, mit deren Hilfe konstante Bezugsverhältnisse in dem als Vergleichsweg dienenden Lichtweg 6' hergestellt werden können. Zur optischen Symmetrierung ist in dem Vergleichsweg 6' eine je nach Bedarf einstellbare Vorrichtung zur Schwächung der in diesem Lichtweg herrschenden Lichtintensität vorgesehen, beispielsweise eine Blende 12, welche von einem nicht dargestellten Antrieb über ein Zahnrad 13 verstellbar wird. In den Lichtweg des vereinigten Lichtbündels, in Abb. 1 beispielsweise des Eingangsbündels 3, ist das zu messende Medium eingebracht, im gezeigten Fall eine dieses zu messende Medium enthaltende Absorptionsküvette 14. Die beiden Lichtwege 6 bzw. 6' werden von einem durch einen Motor 15 mit konstanter Drehzahl angetriebenen, eine ungerade Anzahl gleichmäßig auf einem Kreis mit dem Achsabstand der beiden Teillichtbündel 6 bzw. 6' als Durchmesser angeordneter lichtdurchlässiger Lochfenster enthaltenden Blendenrand überdeckt, so daß jeweils der eine der Lichtwege 6 bzw. 6' freigegeben wird, während gleichzeitig der andere (6' bzw. 6) unterbrochen wird. Nach Abgleich der Lichtintensitäten des Meßweges 6 und des Vergleichsweges 6' der nicht mit dem zu messenden Medium beschickten Photometeranordnung wird das zu messende Medium in den Lichtweg des Eingangsbündels 3 eingebracht, und die Messung erfolgt nach dem an sich bekannten Verfahren der Selektivmodulation mit negativer Filterung und schwarzem Empfänger. Für

die Durchführung dieses Meßverfahrens ist es unerheblich, ob das zu messende Medium im Lichtweg des Eingangsbündels 3, oder wie in Abb. 2 gezeigt, des Ausgangsbündels 18 liegt.

In Abb. 2 ist eine Photometeranordnung mit Wiedervereinigung der Teillichtbündel 7 bzw. 7' des Meßweges 6 und des Vergleichsweges 6' mittels einer gleichfalls aus lichtleitenden Fasern 21 und 21' bestehenden Anordnung 20 zur Wiedervereinigung und Bildung eines Ausgangsbündels 18 gezeigt. Die lichtleitenden Fasern 21 und 21' dieser Anordnung sind ähnlich den lichtleitenden Fasern 5 und 5' orientiert, vorzugsweise wird die Anordnung 6 durch eine bezüglich einer beliebigen, zur optischen Achse senkrechten Ebene spiegelbildlich zur Anordnung 4 liegenden gleichartigen Anordnung von lichtleitenden Fasern gebildet. Es ist ersichtlich, daß durch diese Anordnung die beiden Teillichtbündel 7 und 7' an Lichtintensität verlustlos derart wieder vereinigt werden, daß über den gesamten Querschnitt des Ausgangsbündels 18 eine möglichst gleichmäßige Verteilung sowohl des aus dem Meßweg 6 als auch des aus dem Vergleichsweg 6' stammenden Lichtes gewährleistet ist. Das Ausgangsbündel 18 fällt auf beispielsweise einen Kondensator 19, welcher das Licht auf den Empfänger 9 zentriert. Die in Abb. 2 gezeigte Anordnung ist in der dargestellten Weise für das Meßverfahren der Selektivmodulation mit positiver Filterung und schwarzem Empfänger eingerichtet, da in dem Meßweg 6 mindestens ein nur für die zu messende Komponente charakteristischen Wellenlängenbereich durchlässiges Lichtfilter 22, an dessen Stelle auch mit geeigneten Medien gefüllte nicht gezeichnete Absorptionsküvetten eingesetzt werden können, und in dem Vergleichsweg 6' mindestens ein für die für alle Komponenten charakteristischen Wellenlängenbereiche undurchlässiges Lichtfilter 23, an dessen Stelle gleichfalls mit geeigneten Medien gefüllte, nicht gezeichnete Absorptionsküvetten eingesetzt werden können, vorgesehen sind. Es ist ersichtlich, daß bei Einsatz der mit der Meßkomponente in hoher Konzentration gefüllten Absorptionsküvette 10 der Abb. 1 an Stelle des Lichtfilters 22 der Abb. 2 und Fortfalls des Lichtfilters 23 der Abb. 2 bzw. dessen Ersatz durch geeignete andere Filter oder die gefüllte Absorptionsküvette 11 der Abb. 1 sich mit der gleichen Photometeranordnung das Analysenverfahren der Selektivmodulation mit negativer Filterung und schwarzem Empfänger verwirklichen läßt. Eine weitere Beschreibung des an sich bekannten Verfahrens der Selektivmodulation mit positiver Filterung und schwarzem Empfänger sowie der in Abb. 2 wiedergegebenen Photometeranordnung erübrigt sich, da sie in ihren übrigen Teilen den bereits beschriebenen Teilen der Abb. 1 entspricht und fortlaufend für gleiche Teile gleiche Kennzeichnungen gewählt worden sind.

#### Patentansprüche:

1. Photometer, bei dem aus dem Lichtbündel eines Strahlers erzeugte Teillichtbündel über eigene Lichtwege (Meß- und Vergleichsweg) demselben Empfänger zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Lichtweg durch ein Bündel von lichtleitenden Fasern geringen Durchmessers und im wesentlichen glei-



cher Faseranzahl gebildet ist und je ein Ende jedes Faserbündels so im Querschnitt des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtbündels angeordnet ist, daß die Faserenden gleichmäßig über dieselbe Querschnittsfläche verteilt sind.

2. Photometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Faserbündel vor dem Empfänger wieder zu einem Bündel vereinigt sind, in der Weise, daß die Faserenden jedes Bündels gleichmäßig im Querschnitt dieses Ausgangsbündels verteilt sind.

3. Photometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es dadurch als Analysengerät eingerichtet ist, daß wahlweise in den Lichtweg des Eingangs- oder Ausgangslichtbündels und/oder in einem oder mehreren Lichtwegen der Teillichtbündel ein oder mehrere optische Mittel zur Lichtfilterung, welche in vorher ausgewählter Weise für Licht eines oder

mehrerer Wellenlängenbereiche durchlässig sind, einsetzbar sind, beispielsweise optische Filter oder mit geeigneten Medien gefüllte Absorptionsküvetten, und daß ein sogenannter »schwarzer« oder ein »selektiver« Empfänger einsetzbar ist, so daß sowohl das Verfahren der positiven oder negativen Filterung als auch das Verfahren der monochromatischen oder heterochromatischen Differenzmessung zur Bestimmung der absoluten Konzentration des zu messenden Mediums oder dessen Konzentrationsunterschiedes gegenüber einem Vergleichsmedium durchführbar ist.

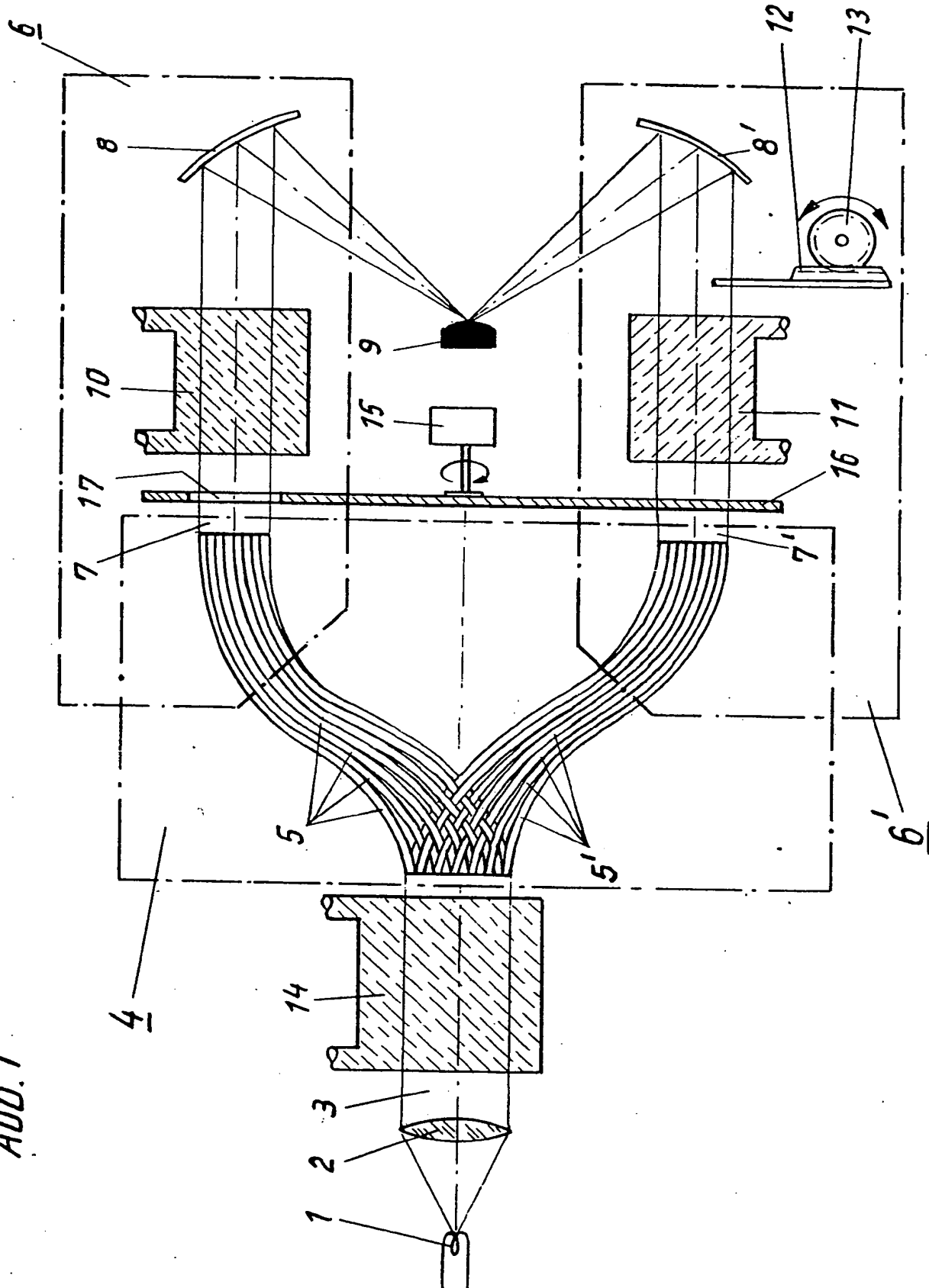
In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschriften Nr. 718 434, 760 656, 839 843;

USA.-Patentschriften Nr. 3 068 742, 2 821 103;  
British Communications and Electronics, Dez. 1961, S. 916 bis 922.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



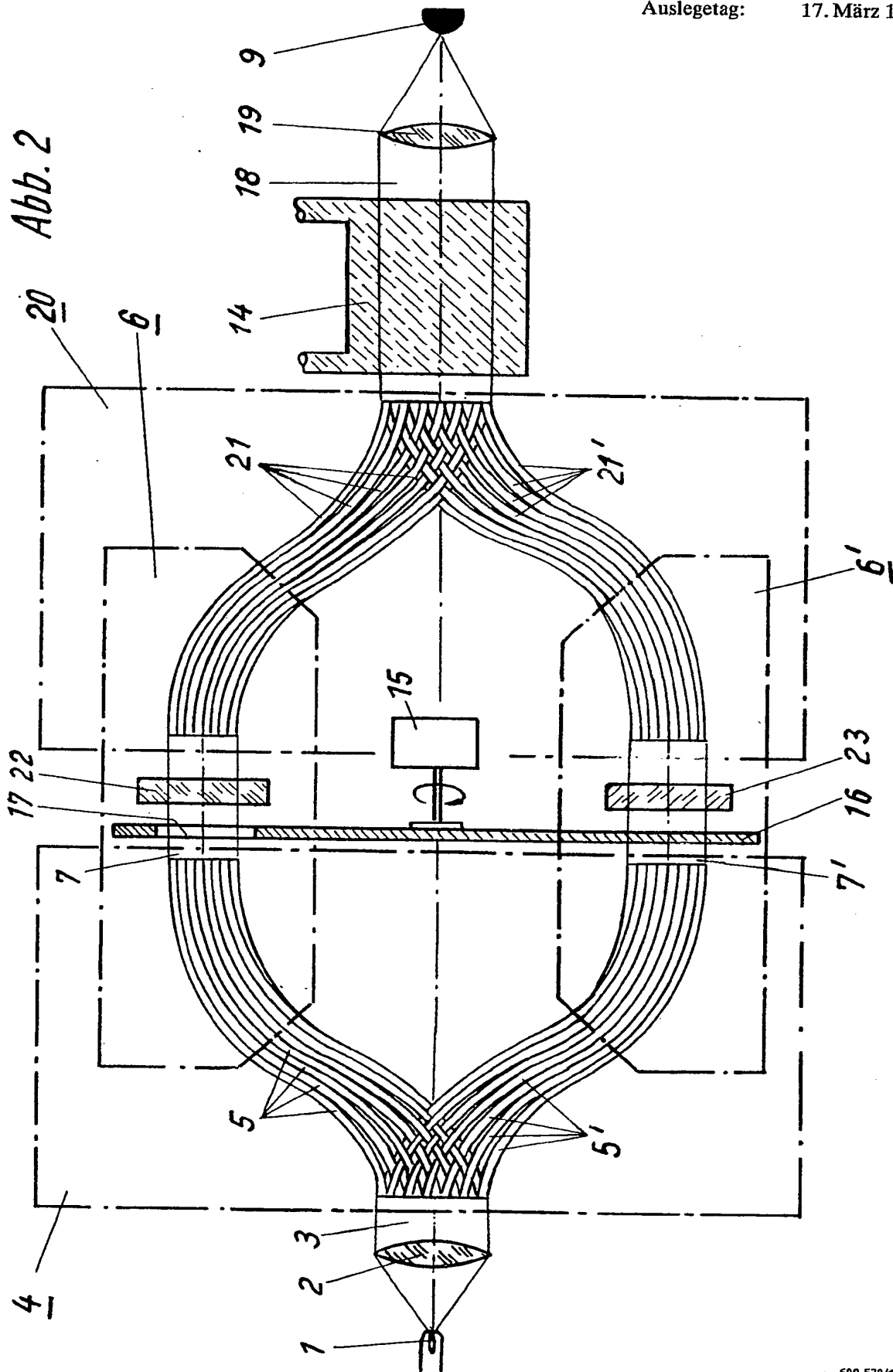
Abb. 1



BEST AVAILABLE COPY

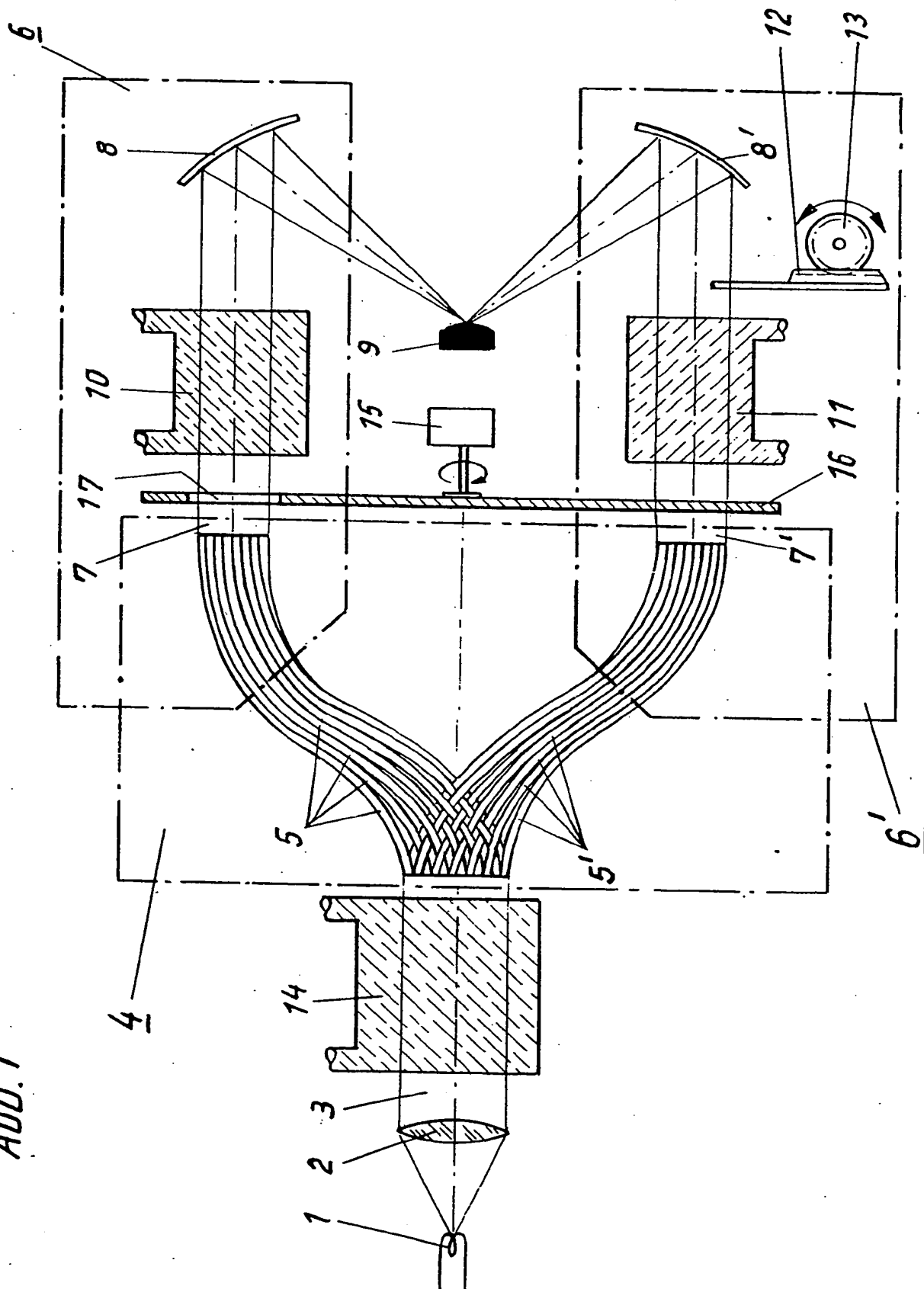
Nummer: 1 212 743  
 Int. Cl.: G 01 j  
 Deutsche.Kl.: 42 h - 17/02  
 Auslegungstag: 17. März 1966

Abb. 2



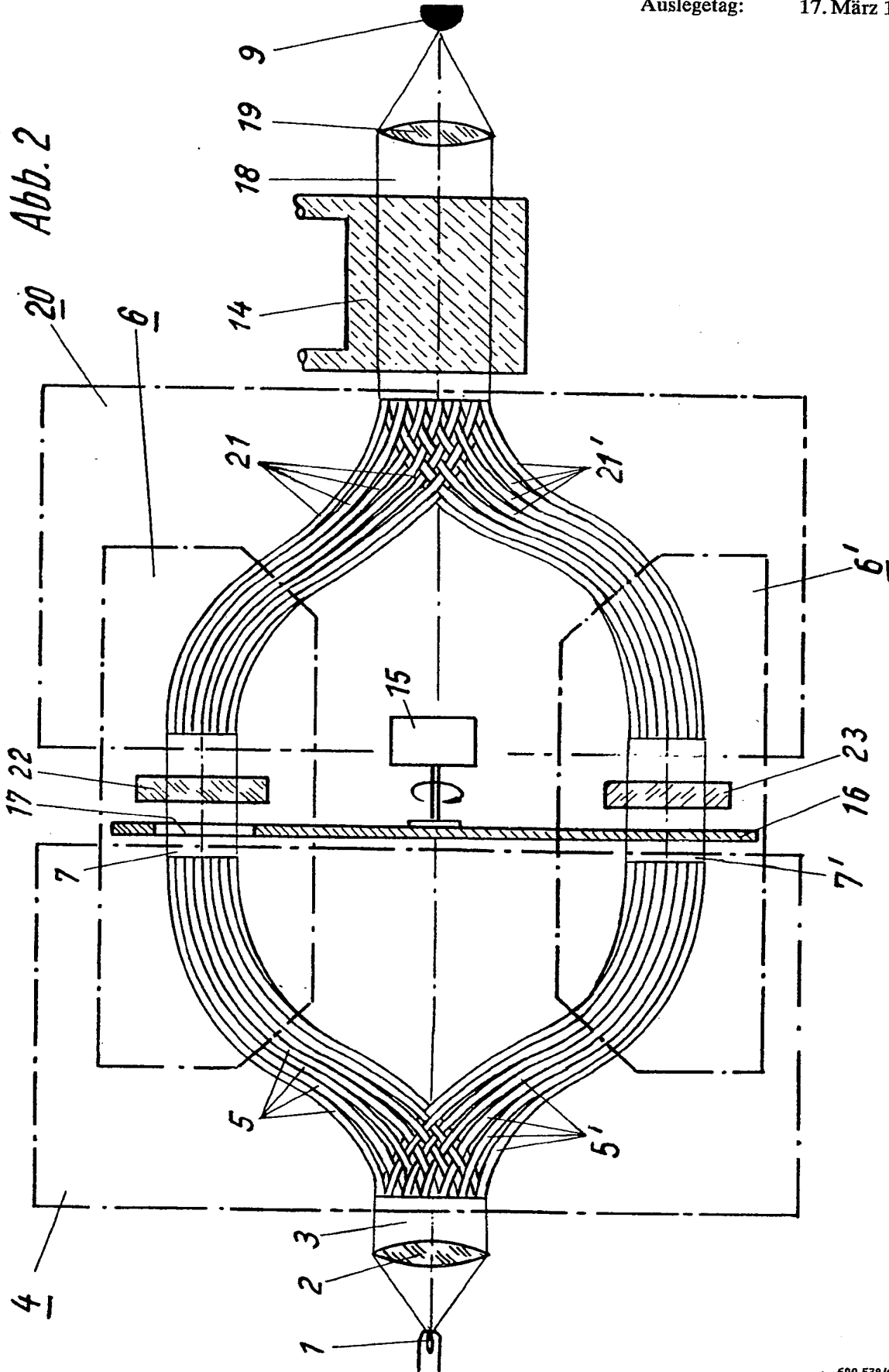
Nummer: 1 212 743  
 Int. Cl.: G 01 j  
 Deutsche Kl.: 42 h - 17/02  
 Auslegungstag: 17. März 1966

Abb. 1



Nummer: 1 212 743  
 Int. Cl.: G 01 j  
 Deutsche Kl.: 42 h - 17/02  
 Auslegungstag: 17. März 1966

Abb. 2



BEST AVAILABLE COPY